

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 07159813

(43)Date of publication of application: 23.06.1995

(51)Int.Cl.

G02F 1/137  
G02F 1/1335  
G02F 1/1347

(21)Application number: 05306226

(71)Applicant:

HITACHI LTD

(22)Date of filing: 07.12.1993

(72)Inventor:

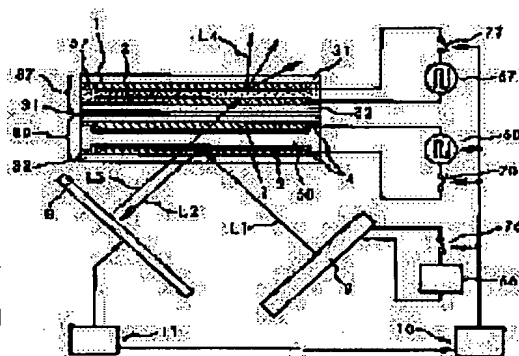
SASAKI TORU  
KITAJIMA MASAOKI  
HIYAMA IKUO  
NAGAE KEIJI

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a reflection type color liquid crystal display device with which light utilization efficiency is extremely high.

**CONSTITUTION:** One piece of the transmission type liquid crystal display device 80 formed by packing a cholesteric type liquid crystal compsn. 50 having selective reflection wavelengths in a region of visible light in the spacing between a pair of substrates 31 and 32 arranged to face each other at a specified spacing is irradiated with circularly polarized light L1 and the selectively reflected component L2 thereof is mirror reflected according to a display image by the reflection type liquid crystal display device 8, by which the rotating direction of the circularly polarized light is inverted. The transmission type liquid crystal display device 80 is again irradiated with this light to allow the transmission of the light. The transmitted light is diffused and displayed by a diffusing means 87. The spiral pitch of the cholesteric liquid crystal compsn. 5 is changed by the voltage applied from a power source 60 to change the selectively reflected wavelengths, by which the color display is made. The circularly polarized light is not generated and the light from outside is utilized by putting the transmission type liquid crystal display device 80 and the diffusing means 87 to the state of allowing the transmission of the visible light if the ambient is bright.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-159813

(43) 公開日 平成7年 (1995) 6月23日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G02F 1/137				
1/1335	530			
1/1347				

審査請求 未請求 請求項の数11 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平5-306226

(22) 出願日 平成5年 (1993) 12月7日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

(72) 発明者 佐々木 亨

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 北島 雅明

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 檜山 郁夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

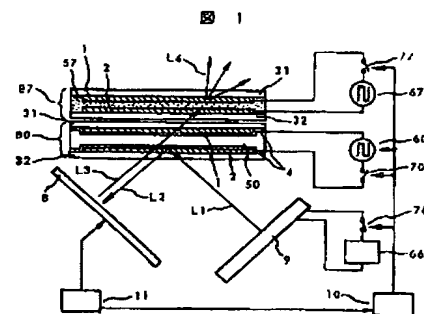
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【目的】 光利用効率が極めて高い反射型カラー液晶表示装置を提供する。

【構成】 一定の間隔で対向配置させた一対の基板 3 1、3 2 の間隙に可視光の領域に選択反射波長を有するコレステリック液晶組成物 5 0 を充填した一個の透過型液晶表示装置 8 0 に円偏光 L 1 を照射し、その選択反射された成分 L 2 を反射型表示装置 8 で表示画像に応じて鏡面反射して円偏光の回転方向を反転し、再び透過型液晶表示装置 8 0 に照射して透過させ、拡散手段 8 7 で拡散して表示する。電源 6 0 から印加する電圧によりコレステリック液晶組成物 5 0 の螺旋のピッチを変化させて選択反射波長を変化させることによりカラー表示する。周囲が明るい場合には円偏光を発生せずに透過型液晶表示装置 8 0 および拡散手段 8 7 を可視光を透過する状態にして外部からの光を利用する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光透過性の電極が形成された一対の基板が一定の間隔で対向配置されて前記一対の基板の間隙にコレステリック液晶組成物が充填された少なくとも一個の透過型液晶表示装置と、前記透過型液晶表示装置の一方の表面に斜めの方向から前記コレステリック液晶組成物の螺旋のねじれの巻き方と同一の回転方向の円偏光を照射する手段と、前記透過型液晶表示装置の前記円偏光照射手段から円偏光が照射される側に配置された、前記円偏光を反射する反射型表示装置を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 請求項1において、前記円偏光照射手段から前記透過型液晶表示装置に照射され、前記透過型液晶表示装置で反射された円偏光が、前記反射型表示装置において鏡面反射されて再び前記透過型液晶表示装置に到達する位置に前記反射型表示装置が配置された液晶表示装置。

【請求項3】 請求項1において、前記コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ  $p_0$  と、前記コレステリック液晶組成物の平均の屈折率  $n$  との積が、 $380(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 800(\text{nm})$  の関係を満たす液晶表示装置。

【請求項4】 請求項1において、前記円偏光照射手段から前記透過型液晶表示装置に円偏光が照射された状態では前記コレステリック液晶組成物の螺旋軸が前記一対の基板の表面にほぼ垂直に配向し、前記コレステリック液晶組成物の螺旋のピッチ  $p$  が自発ピッチ  $p_0$  とほぼ等しくなり、前記円偏光照射手段から前記透過型液晶表示装置に円偏光が照射されない状態では前記コレステリック液晶組成物の螺旋のピッチ  $p$  と平均の屈折率  $n$  との積が、 $n \cdot p \leq 380(\text{nm})$  または  $800(\text{nm}) \leq n \cdot p$  の関係を満たす液晶表示装置。

【請求項5】 請求項1において、前記円偏光照射手段から前記透過型液晶表示装置に円偏光が照射された状態では前記透過型液晶表示装置に電圧が印加されず、前記円偏光照射手段から前記透過型液晶表示装置に円偏光が照射されない状態では前記透過型液晶表示装置に電圧が印加される液晶表示装置。

【請求項6】 請求項1において、前記透過型液晶表示装置が電圧を印加されない状態では前記コレステリック液晶組成物の螺旋軸が前記一対の基板の表面にほぼ垂直に配向し、前記コレステリック液晶組成物の螺旋のピッチ  $p$  が自発ピッチ  $p_0$  とほぼ等しくなり、前記透過型液晶表示装置が電圧を印加された状態では前記コレステリック液晶組成物の螺旋のピッチ  $p$  と平均の屈折率  $n$  との積が  $n \cdot p \leq 380(\text{nm})$  または  $800(\text{nm}) \leq n \cdot p$  の関係を満たす液晶表示装置。

【請求項7】 請求項1において、前記透過型液晶表示装置が、コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ  $p_0$  と平均の屈折率  $n$  との積が、 $380(\text{nm}) \leq n \cdot p_0$

$\leq 530(\text{nm})$  の関係を満たす第一の透過型液晶表示装置と、

コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ  $p_0$  と平均の屈折率  $n$  との積が  $480(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 630(\text{nm})$  の関係を満たす第二の透過型液晶表示装置と、コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ  $p_0$  と平均の屈折率  $n$  との積が  $570(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 800(\text{nm})$  の関係を満たす第三の透過型液晶表示装置とが積層配置されて構成された液晶表示装置。

10 【請求項8】 請求項1において、前記円偏光照射手段から前記透過型液晶表示装置に円偏光が照射された状態では、前記透過型液晶表示装置に複数の異なる大きさの電圧がそれぞれ印加される複数の期間が順番に繰り返される液晶表示装置の駆動方法。

【請求項9】 請求項7において、前記第一の透過型液晶表示装置と前記第二の透過型液晶表示装置に電圧を印加する第一の期間と、前記第二の透過型液晶表示装置と前記第三の透過型液晶表示装置に電圧を印加する第二の期間と、前記第三の透過型液晶表示装置と前記第一の透過型液晶表示装置に電圧を印加する第三の期間が順番に繰り返される液晶表示装置の駆動方法。

【請求項10】 請求項1において、前記円偏光照射手段から前記透過型液晶表示装置に円偏光が照射された状態では入射光を拡散して出射し、前記円偏光照射手段から前記透過型液晶表示装置に円偏光が照射されない状態では入射光を透過する光拡散手段が、前記透過型液晶表示装置の前記円偏光照射手段から円偏光を照射される側の反対側に積層配置された液晶表示装置。

【請求項11】 請求項10において、前記光拡散手段が、光透過性の電極が形成された一対の基板が一定の間隔で対向配置されて前記一対の基板の間隙に高分子分散型液晶が充填された光スイッチング素子から構成される液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は明るさを向上した反射型カラー表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 可搬型のコンピュータやワードプロセッサなどに使用されている表示容量の大きい液晶表示装置には、例えば、特開昭59-81683号公報に記載のように、透過型液晶表示素子の背面に拡散面光源として作用するバックライトを配置してバックライトで発生された光の透過量をこの透過型液晶表示素子により制御することによって表示している。この方式の液晶表示装置では、ツイステッドネマチック配向の液晶組成物を挟持する基板に垂直な方向の電界を印加して垂直配向への相転移を起こさせ、偏光板によって偏光させた光の旋光性や複屈折の変化を利用することによって表示する場合が多かった。

【0003】また、カラー表示は、特開昭49-74438号公報記載のように一個一個の画素に光の三原色である赤、緑、青の光を透過するマイクロカラーフィルタを配置し、そのマイクロカラーフィルタを透過した光の加法混色によって実現していた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】前述の液晶表示装置では、偏光板は無偏光の光から電界の振動方向がある特定方向の偏光だけを取り出して他の方向の偏光を吸収する作用があるため光の利用効率が低下し、表示画面が暗くなるという問題があった。また、カラー表示するために、特定の波長領域の光だけを透過してそれ以外の波長領域の光を吸収するという特性を有する光吸収性のマイクロカラーフィルタを用いているため、光の利用効率がさらに低下するという問題があった。表示画面を明るくしようとすると、バックライトから発生させる光を強くするためにバックライトに大きな電力を供給する必要があった。さらに、バックライトに電力を供給しない状態では、外光が入射しても入射光はほとんど偏光板とカラーフィルタによって吸収されるため、たとえバックライトの表面における光の反射率を高めても表示画面が暗いという問題があった。

【0005】本発明の目的は、光利用効率を向上した明るいカラー液晶表示装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、以下に記載する手段を用いる。

【0007】（手段1）光透過性の電極が形成された一対の基板を一定の間隔で対向配置させ、前記一対の基板の間隙にコレステリック液晶組成物を充填した少なくとも一つの透過型液晶表示装置に対して、その一方の表面に斜めの方向から前記コレステリック液晶組成物の螺旋のねじれの巻き方と同一の回転方向の円偏光を円偏光照射手段により照射し、この円偏光を反射することができる反射型表示装置を、透過型液晶表示装置の前記円偏光照射手段から円偏光が照射される側に配置する。望ましくは、透過型液晶表示装置で反射された円偏光が、前記反射型表示装置で鏡面反射されて再び前記透過型液晶表示装置に到達する位置に前記反射型表示装置を配置する。さらに、前記コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ $p_0$ と平均の屈折率 $n$ との積が $380(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 800(\text{nm})$ の関係を満たすようにする。さらに望ましくは、円偏光照射手段から透過型液晶表示装置に円偏光を照射した状態では、透過型液晶表示装置に複数の異なる大きさの電圧をそれぞれ印加する複数の期間を順番に繰り返して駆動する。

【0008】（手段2）円偏光照射手段から前記透過型液晶表示装置に円偏光を照射した状態では前記コレステリック液晶組成物の螺旋軸が前記一対の基板の表面にほぼ垂直に配向させ、かつ前記コレステリック液晶組成物

の螺旋のピッチ $p$ が自発ピッチ $p_0$ とほぼ等しくし、前記円偏光照射手段から前記透過型液晶表示装置に円偏光を照射しない状態では前記コレステリック液晶組成物の螺旋のピッチ $p$ と平均の屈折率 $n$ との積が、 $n \cdot p \leq 380(\text{nm})$ または $800(\text{nm}) \leq n \cdot p$ の関係を満たすようにする。

【0009】望ましくは、前記円偏光照射手段から前記透過型液晶表示装置に円偏光を照射した状態では前記透過型液晶表示装置に電圧を印加せず、これにより、前記コレステリック液晶組成物の螺旋軸が前記一対の基板の表面にほぼ垂直に配向し、かつ前記コレステリック液晶組成物の螺旋のピッチ $p$ が自発ピッチ $p_0$ とほぼ等しくなり、前記円偏光照射手段から前記透過型液晶表示装置に円偏光を照射しない状態では前記透過型液晶表示装置に電圧を印加し、これにより、前記コレステリック液晶組成物の螺旋のピッチ $p$ と平均の屈折率 $n$ との積が、 $n \cdot p \leq 380(\text{nm})$ または $800(\text{nm}) \leq n \cdot p$ の関係を満たすようにする。

【0010】（手段3）前記液晶表示装置が、コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ $p_0$ と平均の屈折率 $n$ との積が、 $380(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 530(\text{nm})$ の関係を満たす第一の透過型液晶表示装置と、コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ $p_0$ と平均の屈折率 $n$ との積が、 $480(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 630(\text{nm})$ の関係を満たす第二の透過型液晶表示装置と、コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ $p_0$ と平均の屈折率 $n$ との積が、 $570(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 800(\text{nm})$ の関係を満たす第三の透過型液晶表示装置とを積層配置する。望ましくは、第一の液晶表示装置と第二の液晶表示装置に電圧を印加する第一の期間と、第二の液晶表示装置と第三の液晶表示装置に電圧を印加する第二の期間と、第三の液晶表示装置と第一の液晶表示装置に電圧を印加する第三の期間を順番に繰り返して駆動する。

【0011】（手段4）円偏光照射手段から透過型液晶表示装置に円偏光を照射した状態では入射光を拡散して出射し、円偏光を照射しない状態では入射光を透過する光拡散手段を、透過型液晶表示装置の円偏光を照射される側の反対側に積層配置する。望ましくは、光拡散手段を、光透過性の電極を形成した一対の基板を一定の間隔で対向配置して一対の基板の間隙に高分子分散型液晶を充填した光スイッチング素子で構成する。

【0012】

【作用】コレステリック液晶組成物は、その螺旋のピッチ $p$ と平均の屈折率 $n$ によって $\lambda = n \cdot p$ なる関係を満たす波長 $\lambda$ を中心とした波長領域の、コレステリック液晶組成物の螺旋のねじれの巻き方と同一の回転方向の円偏光を選択反射し、それ以外の光を透過するという性質を有する。このため、手段1によれば、円偏光照射手段から透過型液晶表示装置に照射された円偏光のうち、 $380(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 800(\text{nm})$ を満たすように設

定したことにより、可視光領域の成分が透過型液晶表示装置で反射される。さらにその円偏光が反射型表示装置で鏡面反射されて再び透過型液晶表示装置に到達する時には、光の進行方向が逆になって、円偏光の回転方向がコレステリック液晶組成物の螺旋のねじれの巻き方とは反対になるため、反射型表示装置で鏡面反射された円偏光は透過型液晶表示装置を透過する。また、異なる波長領域の円偏光が時分割的に反射されることが繰り返される。

【0013】手段2によれば、透過型液晶表示装置に円偏光を照射した状態では透過型液晶表示装置の電極間に電圧を印加しないため、コレステリック液晶組成物の状態は変化せず、手段1による作用と同一の作用をする。一方、透過型液晶表示装置に円偏光を照射しない状態では、透過型液晶表示装置の電極間に電圧を印加するため、コレステリック液晶組成物には電界が印加される。この電界によってコレステリック液晶組成物の分子長軸の配向方向が回転するような力を受けるため、コレステリック液晶組成物の螺旋のピッチ $p$ が自発ピッチ $p_0$ から変化する。これにより、 $\lambda = n \cdot p$ に対応して、コレステリック液晶組成物の螺旋のピッチの変化によって光の選択反射の中心波長が変化し、 $n \cdot p \leq 380 \text{ (nm)}$  または  $800 \text{ (nm)} \leq n \cdot p$  を満たすようになるため、すべての可視光は選択反射されことなく透過型液晶表示装置を透過する。このとき、透過型液晶表示装置には円偏光を照射していないため、外部からの光が透過型液晶表示装置を透過し、反射型表示装置で鏡面反射されて再び透過型液晶表示装置を透過する。

【0014】手段3によれば、透過型液晶表示装置で光の三原色である青、緑、赤に対応する波長領域の円偏光すべてが選択反射されることによって可視光の波長領域の光がすべて反射され、さらに反射型表示装置によって鏡面反射される。また、光の三原色である青、緑、赤に対応する波長領域の円偏光が時分割的に反射されることが繰り返される。

【0015】手段4によれば、透過型液晶表示装置に円偏光を照射した状態では、最終的に透過型液晶表示装置を透過した円偏光は光拡散手段により拡散される。一方、透過型液晶表示装置に円偏光を照射しない状態では、外部からの光は光拡散手段を拡散されずに透過する。また、高分子分散型液晶は、電圧無印加状態では前方散乱性があるため光を拡散し、電圧印加状態では透明になるため光を拡散せずに透過する。これにより、光拡散手段に高分子分散型液晶を利用した光スイッチング素子を用いるため、透過型液晶表示装置に円偏光を照射した状態では、光スイッチング素子を電圧無印加状態にすることによって円偏光を拡散し、透過型液晶表示装置に円偏光を照射しない状態では、光スイッチング素子を電圧印加状態にすることによって外部からの光を拡散することなく透過する。

【0016】

【実施例】以下、図を用いて本発明の実施例を説明する。

【0017】（実施例1）図1により本実施例の液晶表示装置の構造を説明する。一対の光透過性のプラスチック基板31、32それぞれの基板の表面にITO（インジウム・錫酸化物）からなる透明電極1、2を形成し、透明電極1、2を覆うように一対の基板31、32の向き合う表面にポリイミド樹脂配向膜4を形成した。配向膜4にはその表面における液晶組成物50の分子長軸方向を面内で均一に配向させるようにラビング処理を施し、これによりコレステリック液晶組成物50の螺旋軸は一対の基板31、32の表面にほぼ垂直に配向した。一対の基板31、32をプラスチックビーズスペーサ（図示せず）によって一定の間隔 $d = 5 \text{ (}\mu\text{m)}$ で対向配置させ、その間隙に、誘電率異方性が正であり、平均の屈折率 $n$ が1.5であり、螺旋のねじれが右巻で螺旋の自発ピッチ $p_0$ が $370 \text{ (nm)}$ のコレステリック相を呈する液晶組成物50を充填して透過型液晶表示装置80とした。このようなコレステリック液晶組成物50は、例えば、コレステリルクロライドとシアノベンチルビフェニルとの混合物がある。この透過型液晶表示装置80の透明電極1、2への電圧の印加状態を制御するスイッチング素子70を介して、交流電源60を透明電極1、2に接続した。さらに、最上層には、一対の光透過性のプラスチック基板31、32それぞれの基板の表面にITOからなる透明電極1、2を形成して一定の間隔 $d = 5 \text{ (}\mu\text{m)}$ で対向配置させ、その間隙に、ポリビニルアルコール中にネマチック液晶組成物の液滴を分散した高分子分散型液晶57を充填した高分子分散型液晶表示装置87を積層配置した。この透過型液晶表示装置87の透明電極1、2への電圧の印加状態を制御するスイッチング素子77を介して、交流電源67を透明電極1、2に接続した。

【0018】円偏光発生装置9を透過型液晶表示装置80の基板32の側に基板32の表面に対して斜め45度の位置に配置し、スイッチング素子76を介して電源66に接続し、スイッチング素子70、76および77のオン、オフの状態と、交流電源60の出力電圧の振幅をスイッチ制御装置10によって制御した。円偏光発生装置9は電源66から電力が供給されている状態では可視光領域を含む波長領域の右回り円偏光L1を発生した。

【0019】画像信号制御装置11によって駆動されて画像を表示する反射型表示装置8を透過型液晶表示装置80の基板32の側に基板32の表面に対して斜め45度の位置に円偏光発生装置9と対称をなすように配置した。反射型表示装置8は円偏光を鏡面反射する状態を取り、その反射率の分布を画像信号制御装置から与えられる画像信号に応じて変調されることによって画像を表示する。また、画像信号制御装置11によって反射型表示

装置を駆動すると同時にスイッチ制御装置10を制御した。

【0020】次に、以上によって構成された液晶表示装置の動作について説明する。

【0021】図1は、スイッチ制御装置10によってスイッチング素子70および77をオフ状態、スイッチング素子76をオン状態に設定したときの動作の説明図である。円偏光発生装置9は電源66から電力が供給されるため、右回り円偏光L1を発生する。また、透過型液晶表示装置80は、透明電極1、2間に電圧が印加されないため、コレステリック液晶組成物50の螺旋のピッチはpになる。配向膜4の表面ではコレステリック液晶組成物50の分子長軸の方向が基板面内に規定されているため、一定の間隔で対向させた一対の基板31、32の間隙に充填された状態におけるコレステリック液晶組成物50の螺旋のピッチpは自発ピッチp0より若干下れるが、ほぼ等しいと見做すことができ、また、コレステリック液晶組成物50の螺旋軸は一対の基板31、32の表面にほぼ垂直に配向する。この状態では、選択反射の中心波長 $\lambda$ は556(nm)であった。また、コレステリック液晶組成物50の螺旋のねじれが右巻であるため、円偏光発生装置9によって発生された可視光領域を含む波長領域の右回り円偏光L1のうち、556(nm)を中心とする波長領域の右回り円偏光L2が選択反射され、選択反射光L2の波長領域以外の円偏光は透過した。透過型液晶表示装置80で選択反射された右回り円偏光L2は反射型表示装置8に到達し、反射型表示装置8に表示された鏡面反射率の分布による画像に応じて変調して反射され、左回り円偏光L3になって再び透過型液晶表示装置80に到達した。透過型液晶表示装置80を構成するコレステリック液晶組成物50の螺旋のねじれが右巻であるため、左回り円偏光L3はすべて透過し、高分子分散型液晶表示装置87に到達した。高分子分散型液晶表示装置87は電圧が印加されていない状態では光を拡散するため、高分子分散型液晶表示装置87に到達した左回り円偏光L3は拡散光L4になって画像が表示された。これにより、視認性が向上された。

【0022】図2は、スイッチ制御装置10によってスイッチング素子70および77をオン状態、スイッチング素子76をオフ状態に設定したときの動作の説明図である。円偏光発生装置9は電源66から電力が供給されないため、右回り円偏光L1は発生しない。また、透過型液晶表示装置80は、交流電源60から透明電極1、2間に電圧が印加されることにより、コレステリック液晶組成物50の分子長軸の方向が印加電界の方向に向きやすくなるため、コレステリック液晶組成物50の螺旋のピッチはpからp'に変化した。これによって透過型液晶表示装置80の選択反射の中心波長が変化した特性を図5に示す。液晶表示装置80の選択反射光L2は、透明電極1、2間に電圧を印加しない状態では曲線10

G1で示す反射率で反射されたが、スイッチング素子70をオンして交流電源60から透明電極1、2間に50ボルトの電圧を印加したところ、コレステリック液晶組成物50の螺旋のピッチが増大することによって選択反射の中心波長は長波長側にシフトし、曲線10X1で示すように赤外領域の光が選択反射されるように変化した。この選択反射の中心波長の変化に伴う透過型液晶表示装置80の透過率の波長依存性を図6に示す。透過型液晶表示装置80の透過率は、透明電極1、2間に電圧10を印加しない状態では曲線10G2で示す特性であったが、50ボルトの電圧を印加したところ、曲線10X2で示すように可視光の波長領域の光がすべて透過する特性に変化した。さらに、高分子分散型液晶表示装置87は交流電源67から20ボルトの電圧を印加したところ光を拡散しなくなったため、外部からの光L0は高分子分散型液晶表示装置87を透過し、可視光の波長領域のすべての波長領域にわたって透過型液晶表示装置80を透過し、反射型表示装置8に到達した。本実施例の液晶表示装置の周囲が十分明るい場合、外部からの光L0は20反射型表示装置8に表示された鏡面反射率の分布による画像に応じて変調して反射された。この反射光L3は再び透過型液晶表示装置80と高分子分散型液晶表示装置87に到達して透過し、画像が表示された。

【0023】本実施例によれば、反射型表示装置の表示面に円偏光発生装置から光を照射してその反射光によって表示を行う状態と、外部からの光を利用して表示を行う状態とをすることができる。したがって、周囲の明るさに応じて、周囲が暗い場合には円偏光発生装置から光を発生して明るく、かつ視認性の高い表示を行うことが30可能になる。また、周囲が十分明るい場合には円偏光発生装置から光を発生させる必要がないため、表示装置の消費電力を大幅に低減することが可能になる。したがって、光利用効率を向上した明るいカラー液晶表示装置を実現することができる。

【0024】なお、本実施例で用いた一対の基板31、32は光透過性を有する基板であればよく、例えば、ガラス基板を用いてもよい。また、透明電極1、2は導電性を有する光透過性の部材であればよい。また、配向膜4はコレステリック液晶組成物50を均一に配向させる40作用を有する部材であればよく、例えば、ポリアミックス酸を用いてもよい。さらに、ラビング処理によって基板表面における液晶組成物50の分子長軸の配向方向は任意であり、液晶組成物50が最も均一に配向しやすい方向に設定することができ、配向処理の方法もラビング処理に限定する必要はない。また、一対の基板31、32の対向する間隔dも任意であり、印加電圧のしきい値を適切な値に設定するために変更してよい。また、使用するコレステリック液晶組成物50の物性値は本発明の要件を満たす限り任意であり、使用温度範囲や螺旋のピッチ50の温度係数などが適切な値を有するコレステリック液

品組成物を使用することができる。また、各交流電源60、67の出力電圧振幅を固定したが、その値はコレステリック液晶組成物50の選択反射の中心波長を変調できればよく、また、高分子分散型液晶表示装置87の光の拡散と透過の状態を制御できればよく、本実施例に記載した値に限定されるものではない。また、高分子分散型液晶表示装置87は光の拡散と透過を制御できる手段であればよく、使用する基板、電極、高分子分散型液晶などの部材やこれらの物性値、基板を対向配置させる間隔などは本実施例によって限定されない。また、透過型液晶表示装置80と円偏光発生装置9と反射型表示装置8の位置関係は本実施例の位置に固定される必要もない。このように、本実施例は本発明を完全に制限するものではない。

【0025】（実施例2）本実施例の構成は下記の要件を除けば実施例1と同一である。

【0026】透過型液晶表示装置80に用いるコレステリック相を呈する液晶組成物50の自発ピッチ $p_0$ を280(nm)にした。さらに、スイッチ制御装置10によって、交流電源60から、第一、第二および第三の期間でそれぞれ0ボルト、15ボルト、30ボルトの電圧を出力し、この三つの期間を16.6(ms)の周期で繰り返すように制御した。これにより、スイッチ制御装置10によってスイッチング素子77をオフ状態、スイッチング素子76をオン状態に設定した場合、第一の期間ではコレステリック液晶組成物50には電圧が印加されないため、図5中の曲線10B1の反射率で417(nm)の波長を中心とする波長領域の右回り円偏光が選択反射され、第二の期間ではコレステリック液晶組成物50の螺旋のピッチが増大することによって選択反射の中心波長は長波長側にシフトし、図5中の曲線10G1の反射率で556(nm)の波長を中心とする波長領域の右回り円偏光が選択反射されるように変化し、第三の期間ではコレステリック液晶組成物50の螺旋のピッチがさらに増大するため、図5中の曲線10R1の反射率で682(nm)の波長を中心とする波長領域の右回り円偏光が選択反射されるように変化した。これにより、第一、第二および第三の期間ではそれぞれ青、緑、赤の波長領域の右回り円偏光 $L_2$ が反射型表示装置8に到達して左回り円偏光 $L_3$ として反射されて透過型液晶表示装置80を透過した。また、画像信号制御装置11によってスイッチ制御装置10を制御することにより、反射型表示装置8の1画面の走査時間を交流電源60からの出力電圧の切り替え周期と一致させて同期させた。反射型表示装置8は画像信号制御装置11から与えられる画像信号によって鏡面反射率の分布による画像を表示するため、第一、第二および第三の期間ではそれぞれ青、緑、赤の画像が見え、この現象が16.6(ms)の周期で繰り返された。

【0027】本実施例によれば、極めて明るい液晶表示

装置を実現することができ、実施例1と同様の効果が得られたほか、光の三原色を高速に交替して反射するカラー表示を実現できる。

【0028】なお、本実施例で、第一、第二および第三の期間を繰り返す周期は任意であり、その周期の中で各期間が占める比率や交替する順番もまた任意である。また、透過型液晶表示装置に異なる複数の電圧を印加する期間の数は三個に限定する必要はなく、交流電源の出力電圧も本実施例によって限定されない。すなわち、選択反射の中心波長も本実施例の値に限定されない。このように、本実施例は本発明を完全に制限するものではない。

【0029】（実施例3）本実施例の構成は下記の要件を除けば実施例1、2と同一である。

【0030】螺旋のねじれが左巻であるコレステリック液晶組成物50を一對の基板31、32の間隙に充填した。このような液晶組成物には、例えば、コレステリルミリストートとシアノベンチルビフェニルとの混合物がある。また、円偏光発生装置9からは、電源66から電力が供給されている状態では可視光の波長領域を含む波長領域の左回り円偏光 $L_1$ を発生させた。

【0031】本実施例でも実施例1、2と同等の効果が得られた。

【0032】（実施例4）本実施例の構成は下記の要件を除けば実施例1と同一である。

【0033】図3により本実施例の液晶表示装置の構造を説明する。実施例1における透過型液晶表示装置の代わりに、螺旋のねじれが右巻で、平均の屈折率 $n$ が1.5、螺旋の自発ピッチ $p_0$ が280(nm)のコレステリック相を呈する液晶組成物51を充填した第一の透過型液晶表示装置81と、螺旋のねじれが右巻で、螺旋の自発ピッチ $p_0$ が370(nm)のコレステリック相を呈する液晶組成物52を充填した第二の透過型液晶表示装置82と、螺旋のねじれが右巻で、螺旋の自発ピッチ $p_0$ が450(nm)のコレステリック相を呈する液晶組成物53を充填した第三の透過型液晶表示装置83を積層配置した。さらに、第一の透過型液晶表示装置81、第二の透過型液晶表示装置82および第三の透過型液晶表示装置83にはそれぞれ第一のスイッチング素子71、第二のスイッチング素子72および第三のスイッチング素子73を介して交流電源60に接続し、高分子分散型液晶表示装置87の透明電極1、2にはスイッチング素子77を介して電源67に接続した。そして、スイッチング素子71、72、73、76および77のオン、オフの状態をスイッチ制御装置10によって制御し、このスイッチ制御装置10は反射型表示装置8を駆動する画像信号制御装置11によって制御した。

【0034】次に、以上によって構成された液晶表示装置の動作について説明する。

【0035】図3は、スイッチ制御装置10によってス



スイッチング素子77をオフ状態、スイッチング素子76をオン状態に設定したときの動作を説明する図である。電圧無印加の状態では、第一の透過型液晶表示装置81で図5中の曲線10B1の反射率で417(nm)の波長を中心とする波長領域の右回り円偏光が選択反射されて図6中の曲線10B2の透過率で光が透過した。同様に、第二の透過型液晶表示装置82では図5中の曲線10G1の反射率で556(nm)の波長を中心とする波長領域の右回り円偏光が選択反射されて図6中の曲線10G2の透過率で光が透過した。さらに同様に、第三の透過型液晶表示装置83では図5中の曲線10R1の反射率で682(nm)の波長を中心とする波長領域の右回り円偏光が選択反射されて図6中の曲線10R2の透過率で光が透過した。このため、 $n \cdot p0$ が380nmから530nm、480nmから360nmおよび570nmから800nmを満たし、電圧無印加状態ではすべての可視光の波長領域の右回り円偏光が反射された。したがって、円偏光発生装置9によって発生された可視光の波長領域を含む波長領域の右回り円偏光L1はすべて反射光L2になって反射型表示装置8に到達し、反射型表示装置8に表示された鏡面反射率の分布による画像に応じて変調して反射され、左回り円偏光L3になって再び三個の透過型液晶表示装置81、82および83に到達して透過した。高分子分散型液晶表示装置87に到達した左回り円偏光L3は、高分子分散型液晶表示装置87は電圧無印加の状態では光を拡散するため、拡散光L4になって画像が表示された。これにより、視認性が向上された。

【0036】図4は、スイッチ制御装置10によってスイッチング素子71、72、73および77をオン状態、スイッチング素子76をオフ状態に設定したときの動作の説明図である。円偏光発生装置9は電源66から電力が供給されないため、右回り円偏光L1は発生しない。また、三個の透過型液晶表示装置81、82および83に交流電源60から50ボルトの電圧を印加したところ、各透過型液晶表示装置を構成するコレステリック液晶組成物51、52および53の螺旋のピッチが増大することによって選択反射の中心波長は長波長側にシフトし、図5中の曲線10X1で示すように赤外領域の光が選択反射されるように変化した。この選択反射の中心波長の変化に伴って、図6中の曲線10X2で示すように可視光の波長領域の光がすべて透過する特性に変化した。さらに、高分子分散型液晶表示装置87は交流電源67から20ボルトの電圧を印加したところ光を拡散しなくなったため、外部からの光L2は高分子分散型液晶表示装置87を透過し、可視光の波長領域のすべての波長領域にわたって三個の透過型液晶表示装置81、82および83を透過し、反射型表示装置8に到達した。本実施例の液晶表示装置の周囲が十分明るい場合、外部からの光L0は反射型表示装置8に表示された鏡面反射率

の分布による画像に応じて変調して反射された。この反射光L3は再び三個の透過型液晶表示装置81、82および83と、高分子分散型液晶表示装置87に到達して透過し、画像が表示された。

【0037】本実施例によれば、実施例1の場合と同様に、反射型表示装置の表示面に円偏光発生装置から光を照射してその反射光によって表示を行う状態と、外部からの光を利用して表示を行う状態とをすることができ。したがって、周囲が十分明るい場合には円偏光発生装置から光を発生させる必要がないため、表示装置の消費電力を大幅に低減することが可能になる。また、周囲が暗い場合には円偏光発生装置から光を発生して明るい表示を行うことが可能になる。しかも、可視光の波長領域のすべての光を利用するため、実施例1の場合に比べて光の利用効率を約3倍向上することができる。したがって、光利用効率を向上した極めて明るいカラー液晶表示装置を実現することができる。

【0038】なお、本実施例では各透過型液晶表示装置の積層の順序は任意であり、使用する透過型液晶表示装置の個数も変更してもよい。この場合は光利用効率は低下するが、使用する透過型液晶表示装置の個数を削減できるため駆動回路や駆動電力、重量を半減し、低価格かつ低消費電力の液晶表示装置を提供することができる。また、各透過型液晶表示装置に使用したコレステリック液晶組成物の物性値も本発明の要件を満たす限り任意である。また、それぞれの透過型液晶表示装置には必ずしも等しい電圧を印加する必要はなく、さらに、透過型液晶表示装置それぞれの電圧印加状態における選択反射の中心波長を一致させる必要もなく、任意に設定することが可能である。このように、本実施例は本発明を完全に制限するものではない。

【0039】(実施例5) 本実施例の構成は下記の要件を除けば実施例4と同一である。

【0040】スイッチ制御装置10によってスイッチング素子77をオフ状態、スイッチング素子76をオン状態に設定した場合に、第一および第二の透過型液晶表示装置81、82にそれぞれスイッチング素子71、72を介して交流電源60から50ボルトの電圧を印加する第一の期間と、第二および第三の透過型液晶表示装置82、83にそれぞれスイッチング素子72、73を介して交流電源60から50ボルトの電圧を印加する第二の期間と、第三および第一の透過型液晶表示装置83、81にそれぞれスイッチング素子73、71を介して交流電源60から50ボルトの電圧を印加する第三の期間を16.6(ms)の周期で繰り返した。これにより、第一の期間では第一および第二の透過型液晶表示装置81、82は電圧を印加されることによりコレステリック液晶組成物51、52の螺旋のピッチが変化するため選択反射の中心波長が赤外領域になって可視光領域の円偏光はすべて透過するようになり、第三の透過型液晶表示装置

83は電圧を印加されないため、図5中の曲線10R1の反射率で682(nm)の波長を中心とする波長領域の右回り円偏光L2が選択反射された。第二の期間では第二および第三の透過型液晶表示装置82、83は電圧を印加されることによりコレステリック液晶組成物52、53の螺旋のピッチが変化するため選択反射の中心波長が赤外領域になって可視光領域の円偏光はすべて透過するようになり、第一の透過型液晶表示装置81は電圧を印加されないため、図5中の曲線10B1の反射率で417(nm)の波長を中心とする波長領域の右回り円偏光L2が選択反射された。第三の期間では第三および第一の透過型液晶表示装置83、81は電圧を印加されることによりコレステリック液晶組成物53、51の螺旋のピッチが変化するため選択反射の中心波長が赤外領域になって可視光領域の円偏光はすべて透過するようになり、第二の透過型液晶表示装置82は電圧を印加されないため、図5中の曲線10G1の反射率で556(nm)の波長を中心とする波長領域の右回り円偏光L2が選択反射された。また、画像信号制御装置11によってスイッチ制御装置10を制御することにより、反射型表示装置8の1画面の走査時間をスイッチング素子71、72および73の切り替え周期と一致させて同期させて同期させた。反射型表示装置8は画像信号制御装置11から与えられる画像信号によって鏡面反射率の分布による画像を表示するため、第一、第二および第三の期間ではそれぞれ赤、青、緑の画像が反射されて見え、この現象が16.6(ms)の周期で繰り返された。

【0041】以上のように本実施例によれば、実施例2と同様に、光利用効率を向上した極めて明るい液晶表示装置を実現することができ、光の三原色を高速に交替して反射するカラー表示を実現できる。

【0042】なお、本実施例でも第一、第二および第三の期間を16.6(ms)の周期で繰り返したが、光の三原色が高速に交替する限り周期は任意であり、その周期の中で各期間が占める比率や交替する順番もまた任意である。このように、本実施例は本発明を完全に制限するものではない。

【0043】(実施例6) 本実施例の構成は以下の要件を除けば実施例1ないし実施例5と同一である。図7に示すように、透過型液晶表示装置の電極1、2を短冊状の形状にして表示面から見たときに相互に重なり合わないよう的一对の基板31、32のうちの一方の基板32の表面に配置する。この電極1、2によって液晶組成物50には基板表面にほぼ平行な方向の電界が印加され、これによってコレステリック液晶組成物50の分子長軸の方向はその螺旋のねじれが解けるように基板表面に平行な面内で回転した。これにより、実施例1ないし実施例6と同様に、コレステリック液晶組成物50の螺旋のピッチはpからp'に変化し、透過型液晶表示装置の選択反射の中心波長が変化した。

【0044】基板表面に垂直な方向の電界を液晶組成物に印加する方式では液晶組成物の分子長軸の方向が基板表面から立ち上がる動きをするため、その立ち上がり方向が異なる部分でドメイン境界が発生して表示が乱れる場合があったが、本実施例では、液晶組成物の分子長軸の方向は基板表面にほぼ平行な方向の電界によってコレステリック液晶組成物の螺旋のねじれが解けるように基板表面に平行な面内で回転する動きをするだけであるためドメイン境界は発生せず、表示は良好に維持された。

10 【0045】本実施例によれば、一对の基板31、32の表面にほぼ平行な電界によって、コレステリック液晶組成物50の螺旋のピッチpを変化させ、液晶表示装置の反射光L2および透過光L3の波長依存性を、極めて高い反射率および透過率で制御することができ、しかも、表示を良好に維持することができる。したがって、光利用効率を向上した明るいカラー液晶表示装置を実現することができる。なお、電極1、2は一对の基板31、32のうちの他方の基板31の表面のみに形成しても、両方の基板に分けて形成しても効果は変わらない。

20 【0046】(実施例7) 本実施例の構成は下記の要件を除けば実施例6と同一である。

【0047】誘電率異方性が負であるコレステリック液晶組成物50を一对の基板31、32の間に充填した。スイッチング素子70をオンして交流電源60から透明電極1、2間に電圧が印加された状態では、コレステリック液晶組成物50の分子短軸の方向が印加電界の方向に向きやすくなるため、コレステリック液晶組成物50の螺旋のピッチはpからp'に変化する。交流電源60から透明電極1、2間に50ボルトの電圧を印加したところ、コレステリック液晶組成物50の螺旋のピッチが増大することによって選択反射の中心波長が長波長側にシフトし、曲線10X1で示すように赤外領域の光が反射されるように変化した。

30 【0048】本実施例でも実施例6と同等の効果を得られた。さらに、基板表面に垂直な方向の電界を液晶組成物に印加する方式では誘電率異方性が負であるコレステリック液晶組成物の分子長軸の方向は基板表面から立ち上がる動きをしにくいため、その螺旋のピッチを変化させるにくかったが、本実施例のような基板表面にほぼ平行な方向の電界を印加することによって螺旋のピッチを変化させることができるようになり、誘電率異方性が負であるコレステリック液晶組成物を使用することが可能になった。

【0049】

【発明の効果】 本発明によれば、透過型液晶表示装置の反射光および透過光の波長依存性を極めて高い反射率および透過率で制御できる。特に、反射型表示装置の表示面に円偏光を照射してその反射光を反射型表示装置によって変調することにより表示を行う状態と、外部からの光を利用して表示を行う状態とをすることができる。周

囲の明るさに応じて、周囲が暗い場合には円偏光発生手段から光を発生して明るく、かつ視認性の高い表示を行うことが可能になり、周囲が明るい場合には光を発生する必要がないため表示装置の消費電力を大幅に低減することが可能になる。さらに、反射型表示装置の一画面の走査と同期させて、光の三原色の画像を高速に交替して反射するカラー表示を実現できる。このため、本発明によって光利用効率を向上した明るいカラー液晶表示装置を実現することができる。

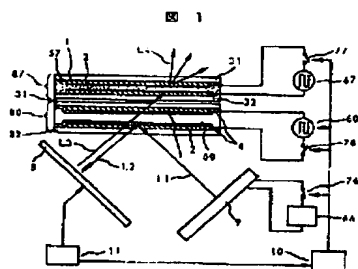
【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1および実施例2の液晶表示装置の第一の動作状態の説明図。

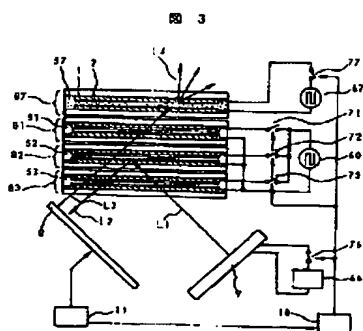
【図2】 本発明の実施例1および実施例2の液晶表示装置の第二の動作状態の説明図。

【図3】 本発明の実施例4および実施例5の液晶表示装置の第一の動作状態の説明図。

【図1】



【図3】



【図4】 本発明の実施例4および実施例5の液晶表示装置の第二の動作状態の説明図。

【図5】 本発明の透過型液晶表示装置の選択反射の中心波長が変化させられた特性の説明図。

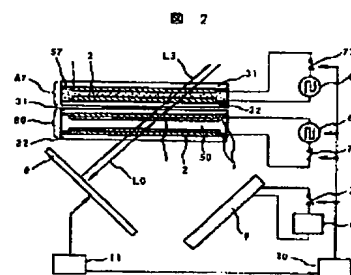
【図6】 本発明の透過型液晶表示装置の透過率の波長依存性の説明図。

【図7】 本発明の実施例6および実施例7の液晶表示装置の説明図。

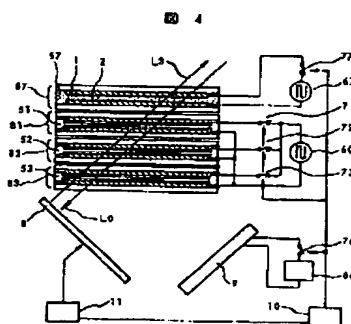
【符号の説明】

10 1, 2…電極、4…配向膜、8…反射型表示装置、9…円偏光発生装置、10…スイッチ制御装置、11…画像信号制御装置、31, 32…基板、50…コレステリック液晶組成物、57…高分子分散型液晶、60, 67…交流電源、66…電源、70, 76, 77…スイッチング素子、80…透過型液晶表示装置。

【図2】



【図4】

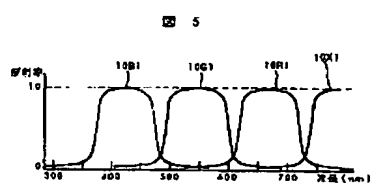


(10)

17

18

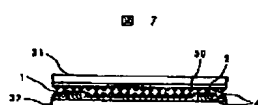
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 長江 慶治  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内